

ІСТОРІЯ ПЕДАГОГІКИ

УДК 37.091.3:5(477+73)

ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE MODEL OF STEM EDUCATION IN UKRAINE AND THE UNITED STATES OF AMERICA

СТАНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ STEM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ ТА США

Тетяна Шулик

кандидат педагогічних наук, доцент
E-mail: Schulik111@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8527-127X
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Україна

Tetiana Shulyk

Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor
E-mail: Schulik111@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8527-127X
SHEI "Donbas State Pedagogical University", Ukraine

Ольга Соколова

здобувач 2 (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 014 Середня освіта (Математика)
E-mail: olyha.sokolovo4ka@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9808-3630
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Україна

Olha Sokolova

applicant of 2 (master's) level higher education on specialty 014 Secondary Education (Mathematics)
E-mail: olyha.sokolovo4ka@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9808-3630
SHEI "Donbas State Pedagogical University", Ukraine

ABSTRACT

The article reveals the relevance and perspective of the development of the STEM field in modern educational institutions of various levels in Ukraine and the USA. The latest research and publications, which highlight the formation and development of STEM education in Ukraine and the USA, are analyzed, and the normative base of both countries in this direction is given.

In the scientific work, 10 criteria were formulated, according to which a comparative analysis of the formation and development of the innovative model of STEM education in Ukraine and the USA was carried out: the emergence and formation of the STEM direction; legislative framework; structures responsible for the implementation of STEM education; main measures for implementation and introduction of STEM education; innovative approaches in preparing graduates to build a successful STEM career; STEM projects implemented in the educational process; innovative forms of STEM education organization (hackathons, marathons, online experiments, etc.); work experience of STEM centers / laboratories; STEM implementation challenges; implementation results.

A comparative analysis of the innovative model of STEM education in Ukraine and the USA was conducted according to the specified criteria. Conclusions are drawn about the desire of both countries to prepare a new generation of young people, ready for the challenges of the technological era and to contribute to the innovative

development of society, despite the numerous problems that exist in both countries (insufficient funding, difficulties in teacher training, etc.).

The prospects for further exploration, which are seen in the study of the experience of the formation of STEM education in the USA and its implementation at different levels of education in Ukraine, are outlined, in particular, the comparison of programs for improving the qualifications of teachers and scientific and pedagogical workers in the two countries and the adoption of best practices in such programs of Ukraine; a more in-depth study of the activities of STEM centers, laboratories and other structures and projecting these activities onto similar structures in Ukraine.

Key words: *STEM education, Ukraine, USA, comparative analysis, innovative model.*

Актуальність теми. В умовах глобалізації та комп'ютеризації суспільства провідним стає розвиток навичок, необхідних для професій майбутнього, пов'язаних з новими технологіями, такими як штучний інтелект, біо- та нанотехнології, машинне навчання (біоінженер, біотехнолог, інженер-генетик, 3D-проектувальник та ін.). XXI століття – це час всесвітнього науково-технічного прогресу, але водночас у зв'язку зі стрімким розвитком високотехнологічних виробництв провідними світовими державами визнається гострий недолік висококваліфікованих спеціалістів у певних галузях науки. Відповідно, однією з тенденцій розвитку сучасної науки та освіти стає пошук нових форм, методів та технологій реалізації інженерної освіти.

Однією з інновацій в освітянській галузі можна вважати феномен STEM-освіти, завдяки якому діти та молодь розвивають логічне мислення, технічну грамотність, орієнтуються в новітніх технологіях, володіють широким спектром компетенцій, а також навчаються вирішувати поставлені перед собою задачі, виявляють творчий підхід у вирішенні виникаючих проблем, стають новаторами та винахідниками.

Робототехніка, конструювання, програмування, моделювання, 3D-проекткування та багато іншого – напрями, що наразі цікавлять сучасних школярів усього світу. Для реалізації цих інтересів необхідні складніші навички та компетенції. Важливо не тільки знати та вміти, але також досліджувати та винаходити, а також розвиватися у таких академічних галузях як наука, математика, технології та інженерія, які можна об'єднати в одне слово – STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics).

Поняття STEM з'явилося у Сполучених Штатах Америки ще наприкінці XX століття, коли високотехнологічні компанії країни змушені були визнати гостру нестачу висококваліфікованих фахівців у певних галузях науки (Breiner, Harkness, Johnson, Koehler, 2012). Проте, варто відзначити, що сьогодні цей напрям активно розвивається в Україні, про що свідчать, зокрема, різноманіття освітніх та наукових заходів, пов'язаних із STEM-напрямом, досить потужна нормативна база: Закон України «Про освіту» (2017), «Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» (2020), «Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки» (2022), «Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (2013), розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027

року» (2021) та ін. Тому вважаємо доцільним проведення порівняльного аналізу становлення та розвитку інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням особливостей становлення та розвитку STEM-освіти присвячено праці науковців усього світу, зокрема серед українських та американських вчених можемо навести: С. Бабійчук (Бабійчук, 2018), В. Бойченко, М. Бойченко (Бойченко, Бойченко, 2019), Г. Кузьменко (Кузьменко, 2020), Г. Флейшман, П. Хопсток (Fleischman, Hopstock, Pelczar, Shelley, 2010), Л. Фленері (Flannery, 2013), Ф. Хесс, А. Келлі (Hess, Kelly, Meeks, 2011), М. Хоні, Д. Кантер (Honey, Kanter, 2013) та ін. Так, вчена в галузі педагогічних наук С. Бабійчук досліджувала проблеми з вивчення STEM у школах США та головні шляхи їх вирішення. Нею було зауважено на недостатній кількості професіоналів у сфері STEM, з одного боку, та незначною кількістю учнів та студентів, які вивчають STEM, з іншого боку (Бабійчук, 2018). Дослідницею Г. Кузьменко висвітлено ключові аспекти STEM- і STEAM-освіти на прикладі ініціатив уряду США щодо впровадження STEM- і STEAM-підходів в освітню систему країни (Кузьменко, 2020). Науковці М. Бойченко та В. Бойченко у своїй праці наводять порівняльний аналіз теоретичних та змістово-процесуальних засад розвитку STEM-освіти у США та Україні, який дозволив встановити, що ця сфера є пріоритетним напрямом національної освітньої політики в обох країнах і має багато спільних рис (Бойченко, Бойченко, 2019).

Незважаючи на значну кількість досліджень, у яких досліджувалися різні аспекти STEM-освіти в Україні та США, подальшого вивчення та порівняння потребують різні складові становлення та розвитку цього напрямку в Україні та США (законодавча база; структури, які відповідають за реалізацію STEM-освіти; основні заходи з реалізації та впровадження STEM-освіти; проблеми впровадження тощо).

Формулювання цілей (мета) статті, постановка завдання. Мета статті полягає в проведенні порівняльного аналізу становлення та розвитку інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США за визначеними критеріями.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Нами було виокремлено *10 критеріїв*, за якими проведено порівняльний аналіз становлення та розвитку інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США:

1. Поява та становлення напрямку STEM.
2. Законодавча база.
3. Структури, які відповідають за реалізацію STEM-освіти.
4. Основні заходи з реалізації та впровадження STEM-освіти.
5. Інноваційні підходи у підготовці випускників до побудови успішної STEM-кар'єри.
6. STEM-проекти, упроваджені в освітній процес.
7. Інноваційні форми організації STEM-навчання (хакатони, марафони, онлайн – експерименти тощо).
8. Досвід роботи STEM-центрів / лабораторій.
9. Проблеми впровадження STEM.
10. Результати впровадження.

Критерій	Україна	США
<i>Поява та становлення напрямку STEM</i>	<p>2015 р. – Міністерством освіти і науки України (далі – МОН) був проведений круглий стіл, присвячений STEM-освіті;</p> <p>2016 р. – МОН затвердило план заходів на 2016 – 2018 рр., що окреслював передусім нормативно-правові зміни, а також передбачав проведення конференцій, розробку інтегрованих навчальних програм спецкурсів, факультативів, гуртків;</p> <p>2021 р. – МОН оприлюднило план заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року.</p>	<p>2000-ні рр. – США оголосили освіту в області високих технологій;</p> <p>2001 р. – запровадження аббревіатури STEM науковими керівниками Національного наукового фонду США;</p> <p>2009 р. – Конгрес США ухвалив закон «Про координацію дій у галузі STEM-освіти»;</p> <p>2016 р. – у Міністерстві освіти США укладено національний план розвитку освіти;</p> <p>2018 р. – опубліковано документ «Шлях до успіху: американська стратегія STEM-освіти».</p>
<i>Законодавча база</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Закон України «Про освіту», а саме – включення науково-технічних та інженерних аспектів у навчальні програми, підтримка інноваційної освіти тощо (2017); • Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020); • Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022 – 2032 роки (2022); • Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (2013); • «План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року» (2021). 	<ul style="list-style-type: none"> • Закон про STEM-освіту (America COMPETES Act), прийнятий для фінансування освітніх програм STEM (2007); • Закон «Every Student Succeeds Act» (ESSA), прийнятий для розвитку STEM-освіти та включення STEM-елементів у шкільні програми (2015); • Програма «Educate to Innovate», яка включає різноманітні ініціативи та партнерства між урядом, промисловістю, громадськими організаціями та освітніми закладами (2009); • Програма «STEM Master Teacher Corps» створена для вдосконалення професійного розвитку вчителів STEM (2012); • Програма «TechHire Initiative», створена з метою сприяння навчання та підготовці працівників для швидко зростаючого сектору технологій (2015).
<i>Структури, які відповідають за реалізацію STEM-освіти</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Міністерство освіти і науки України (розробка освітніх програм; розвиток інновацій; забезпечення ресурсами тощо); • Інститут модернізації змісту освіти (інформування про конкурси, турніри, заходи; забезпечення науково-методичного супроводу експериментальної інноваційної діяльності на базі закладів освіти, які запроваджують STEM-напрями тощо); • Національна академія наук України (розробка нових технологій у галузі STEM; міжнародна співпраця; проведення досліджень в наукових дисциплінах STEM); • Міністерство молоді та спорту України (розробка та впровадження молодіжних наукових програм та ініціатив; організація освітніх заходів, семінарів, тренінгів та конференцій; стимулювання розвитку 	<ul style="list-style-type: none"> • Міністерство освіти США (U.S. Department of Education) (фінансування освіти; підготовка вчителів; партнерство з промисловістю та університетами; підтримка дослідницьких центрів); • Національний науковий фонд (National Science Foundation, NSF) (підтримка науковців; міжнародна співпраця; популяризація наукових знань та STEM-дисциплін; розробка інноваційних технологій та допомога в їхній комерціалізації); • Міністерство енергетики США (U.S. Department of Energy) (фінансування досліджень; підтримка молодих вчених; підтримка фундаментальних та базових досліджень); • Національна аерокосмічна та

	<p>молодіжних інноваційних проєктів);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Міністерство цифрової трансформації України (розвиток цифрових технологій; підтримка інновацій; впровадження цифрових рішень та технологій в різні сфери життя); • Обласні та місцеві департаменти освіти (розробка освітніх програм; підготовка вчителів; підготовка обладнання та ресурсів; партнерство з галузевими організаціями; розвиток інфраструктури); • Заклади вищої освіти (здійснення наукових досліджень в різних галузях STEM; розвиток інноваційних проєктів та стартапів у галузях STEM; співпраця з іншими університетами, науковими організаціями та партнерами з інших країн; дослідницька співпраця та реалізація спільних проєктів); • Наукові та освітні організації («Національна платформа STEM-освіти», «STEM Generation», «Всеукраїнська олімпіада з інформатики та комп'ютерних наук»). 	<p>аеронавтична адміністрація (NASA) (космічні дослідження; розвиток нових технологій в авіаційній галузі; міжнародна співпраця; розробка та реалізація космічної місії тощо);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Міністерство оборони США (U.S. Department of Defense) (військові дослідження та розвиток в таких галузях як кібербезпека, військова медицина і т.д.; підтримка військових навчальних закладів, які готують військових фахівців у різних галузях, включаючи інженерію, технології та інші STEM-дисципліни); • Агентство з розвитку міжнародної допомоги (U.S. Agency for International Development, USAID) (технологічний розвиток; підтримка підприємницьких ініціатив та інновацій у країнах-партнерах; обмін досвідом та передача найкращих практик у галузі STEM між країнами-партнерами); • Американська асоціація розробників програмного забезпечення (Software and Information Industry Association, SIIA) (вплив на розвиток технологій та STEM через лобіювання; освітні ініціативи; підтримка професійного розвитку та захист інтелектуальної власності в області програмного забезпечення та інформаційних технологій); • Навчальні установи (наукові дослідження в області STEM; розробка програм для підвищення кваліфікації вчителів STEM; інноваційних розвиток; підтримка студентський стартапів; підготовка фахівців у різних галузях STEM).
<p><i>Основні заходи з реалізації та впровадження STEM-освіти</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Оновлення навчальних програм; • Підготовка вчителів; • Створення спеціалізованих закладів освіти (ліцей «Наукова зміна» – розвиток науково-дослідницької діяльності у галузях STEM; Спеціалізована школа № 9 ім. Лесі Українки в Києві – сфокусованість на математиці, фізиці та інших STEM-предметах; Ліцей «Інтелект-Світ» – навчальна програма, спрямована на розвиток творчого мислення та навичок у галузі інформатики, математики та наукових дисциплін тощо); • Діяльність позашкільних гуртків та програм (Школа робототехніки «Robotica», IT Step Academy Kids – мережа IT-шкіл – вивчення програмування, розробка ігор, веб-дизайн; STEM Ceneration – організація, яка пропагує STEM-освіту серед дітей та 	<ul style="list-style-type: none"> • Підготовка вчителів (спеціалізовані семінари, STEM-центри та лабораторії, магістерські програми для вчителів з нахилом STEM тощо); • Функціонування позашкільних програм та гуртків (Boys and Girls Clubs of America – заняття з робототехніки та програмування; Girls Who Code – програма для дівчат, яка навчає програмуванню та розвиває навички в галузі технологій; FIRST Robotics – учні можуть створювати роботів та брати участь у змаганнях; TechRocket – онлайн-платформа, яка організує та проводить заняття з програмування, розробляє ігри та веб-дизайн); • Функціонування STEM-шкіл та спеціалізованих програм;

	<p>підлітків через різноманітні проекти та навчальні програми);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Організація та проведення конкурсів та олімпіад (Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine, Фестиваль інноваційних проєктів «Sikorsky Challenge», конкурс «Молодь в науку» – спрямований на популяризацію наукових досліджень серед молоді); • Організація та проведення наукових та науково-практичних конференцій («STEM – світ інноваційних можливостей. Дослідницька діяльність здобувачів освіти з використанням ІТ- та STEM-технологій», «STEM-світ інноваційних можливостей. Модель STEM-закладу освіти: стратегії, структура, напрями та форми діяльності», «STEM-імпреза: від ідеї до втілення» та ін.); • Партнерство з бізнесом («Kyiv Smart City Hub» – партнери з бізнесу співпрацюють з університетами та стартапами для розвитку рішень в області «розумного міста»; «Ukrainian Engineering Patrons Club» – об'єднання підприємців для співпраці у підтримці STEM-освіти та розвитку технічних навичок та ін.); • Діяльність наукових центрів та лабораторій (Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України – дослідження в галузі кібернетики, інформатики та системного аналізу; Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України – вивчення проблем моделювання енергетичних процесів та систем; Лабораторія обчислювальної біоінформатики в Університеті Києва; STEM-центр «Smart Lab» – заняття з робототехніки та програмування; Інститут молекулярної біології і генетики НАН України, Інститут математики НАН України); • Реалізація проєктів та дослідницьких робіт STEM-напряму. 	<ul style="list-style-type: none"> • Організація та проведення STEM-олімпіад та конкурсів (FIRST Robotics Competition – конкурс з робототехніки; Intel International Science and Engineering Fair (ISEF) – конкурс наукових досліджень для старшокласників; MathCounts – конкурс з математики; USA Biology Olympiad – олімпіада з біології для учнів, які цікавляться біологічними науками; American Computer Science League (ACSL) – конкурс з комп'ютерних наук та програмування; National STEM Video Game Challenge – розробка власних відеоігор); • Реалізація проєктів та дослідницьких робіт STEM-напряму; • Стажування та партнерства з промисловістю (Co-op – співпраця з промисловими компаніями для організації довготривалих стажувань студентів у реальних проєктах; Google Summer of Code – розробка проєктів з відкритим кодом у співпраці з Google; Research Experiences for Undergraduates (REU) – проведення досліджень в університетських лабораторіях; STEM Career Fairs – заходи, де компанії презентують можливості для стажувань та роботи в STEM-галузях); • Реалізація громадських ініціатив (Maker Faires – фестивалі, де учасники демонструють власноруч створені технічні проєкти; National Girls Collaborative Project – об'єднання для залучення дівчат до STEM-діяльності; The Hour of Code – популяризація навчання програмуванню через короткі заняття «Година коду»; Citizen Science Projects – участь у наукових дослідженнях, де учні збирають дані для вчених; Project Lead The Way – надання навчальних ресурсів для шкіл з акцентом на STEM-предмети).
<p><i>Інноваційні підходи у підготовці випускників до побудови успішної STEM-кар'єри</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Активне навчання та практичні дослідження; • Інтердисциплінарні програми; • Проєктне навчання; • Використання технологій; • Стажування та партнерства з індустрією; • Менторська підтримка; • Залучення до наукових досліджень; • Міжнародна співпраця тощо. 	<ul style="list-style-type: none"> • Практичне навчання та проєкти; • Інтердисциплінарні програми; • Лабораторні роботи та дослідницькі практики; • Використання технологій; • Стажування та партнерства з індустрією; • Підтримка менторів; • Залучення до наукових досліджень; • Різноманітні заходи та гуртки.
<p><i>STEM-проєкти, упроваджені в</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • «STEM-освіта для успіху» – курси, підручники, методичні матеріали; • «Наукові суботи» – дослідження під 	<ul style="list-style-type: none"> • «FIRST Robotics Competition» – змагання з робототехніки; • «Project Lead The Way» – оновлені

<i>освітній процес</i>	керівництвом вчених; <ul style="list-style-type: none"> • «Наукові фестивалі та конкурси»; • «STEM-центри та лабораторії»; • «Робототехніка в школах»; • «STEM-платформи для вчителів та учнів» – навчальні матеріали, уроки, завдання; • «STEM-літні школи та табори» – отримання знань влітку; • НУШ – Нова Українська Школа; • «Проектні конкурси та хакатони» – змагання; • «Дівчата STEM» – ініціатива, спрямована на подолання гендерних стереотипів при виборі професії та на підвищення віри дівчат у власні здібності й можливість побудувати STEM кар'єру в Україні. 	навчальні матеріали; <ul style="list-style-type: none"> • «Girls Who Code» – підтримка дівчат у вивченні програмування та комп'ютерних наук; • «NASA STEM Engagement» – освітній ресурс; • «Hour of Code» – безкоштовні уроки програмування; • «National Science Bowl» – змагання з наукових знань у старшій і середній школі; • «STEM Education Coalition» – співпраця з освітніми закладами; • «Maker Education Initiative» – розвиток творчості.
<i>Інноваційні форми організації STEM-навчання (хакатони, марафони, онлайн – експерименти тощо)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Хакатони та марафони – заходи, де учасники протягом короткого часу працюють над конкретною проблемою чи завданням; • STEM-гуртки – групи, де учні мають можливість досліджувати наукові та технічні теми, брати участь у проектах та експериментах; • Онлайн-платформи – інтерактивні веб-ресурси; • STEM-олімпіади – змагання з різних STEM-дисциплін; • Практичні проекти та виробничі партнерства – співпраця з виробничими компаніями, науковими організаціями та університетами; • STEM-кемпи – інтенсивні навчальні заходи на природі; • Мобільні додатки та ігри. 	<ul style="list-style-type: none"> • Хакатони – можуть бути спрямовані на програмування, розробку аплікацій, інженерні рішення та інші STEM-завдання; • STEM-гуртки – глибше дослідження наукових та технічних тем; • Онлайн-експерименти – веб-ресурси та платформи, що дозволяють віртуально виконувати експерименти, дослідження та спостереження; • STEM-кемпи та табори – інтенсивні навчальні заходи на природі; • Мобільні додатки та ігри; • Практичні проекти та виробничі партнерства – співпраця з виробничими компаніями, університетами та науковими організаціями.
<i>Досвід роботи STEM-центрів / лабораторій</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Lviv Polytechnic National University FabLab – доступ до сучасних технологій, таких як 3D-друкування, лазерна різка та інші; • Kyiv National Taras Shevchenko University Education Innovation Lab – використання технологій, гейміфікації; • National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» Science Park – співпраця між студентами, науковцями та підприємствами; • Kharkiv IT Education Cluster – підготовка IT-фахівців та надання курсів з програмування; • STEM-освітній центр «SmartLab» – практичні заняття, дослідницькі проекти, робототехніка; • Lviv IT Cluster Academy – навчання з інформаційних технологій та 	<ul style="list-style-type: none"> • MIT Media Lab (Massachusetts Institute of Technology) – інноваційні дослідження в галузі мультимедійних технологій, робототехніки, медіа-арту; • Exploratorium (San Francisco) – інтерактивний музей; • Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory – співпраця з військовими, дослідження в галузі аерокосмічної техніки, біомедицини; • NASA Ames Research Center – дослідження в галузі аерокосмічних технологій. Співпраця з університетами; • California Academy of Sciences – науковий музей; • Harvard University Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering – розробка інноваційних технологій, інспірованих

	<p>програмування;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Osvitoria Space – популяризація космічних досліджень; • «STEMKids Ukraine» – заняття для дітей. 	<p>біологією;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carnegie Mellon University Entertainment Technology Center – розробка ігор, віртуальної реальності та різних мультимедійних рішень; • New York Hall of Science – інтерактивні виставки, експериментальні дослідження.
<i>Проблеми впровадження STEM</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Проблеми наступності між освітніми рівнями (відсутність стандартів національної системи STEM-освіти; проблеми підготовки вчителів; існування певного розриву між школою та вищою освітою; складнощі у забезпеченні практичної спрямованості та підготовки до майбутніх STEM-професій); • Обмежений доступ до ресурсів; • Відсутність актуальних підручників та навчальних матеріалів; • Недостатнє фінансування, що може ускладнити розвиток ініціатив у сфері STEM-освіти; • Орієнтованість на традиційну освіту; складнощі у використанні інноваційних підходів; • Недостатня обізнаність про STEM; • Стереотипи стосовно гендерної нерівності; • Недостатній розвиток позаурочних STEM-активностей; • Недостатня координація і співпраця між освітніми закладами, науковими інститутами, виробничими компаніями та урядовими органами. 	<ul style="list-style-type: none"> • Проблеми наступності між освітніми рівнями (відсутність стандартів національної системи STEM-освіти; складнощі у забезпеченні практичної спрямованості); • Гендерна нерівність; • Недостатнє фінансування; • Складнощі у реалізації принципу інтердисциплінарності: впровадження STEM-освіти може вимагати співпраці між різними дисциплінами, що може бути складно забезпечити в традиційних освітніх структурах; • Стрес та конкуренція; • Збереження інтересу: учні можуть втратити інтерес до STEM, якщо навчання буде занадто теоретичним або нецікавим; • Соціокультурні бар'єри: соціокультурні фактори можуть впливати на вибір учнями STEM-галузей в залежності від їхнього соціального походження, етнічної належності тощо; • Обмежений доступ до сучасної технічної інфраструктури та засобів комунікації.
<i>Результати впровадження</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Збільшення інтересу учнів до науково-технічних дисциплін; • Розвиток практичних навичок (робототехніка, програмування, експерименти тощо); • Розвиток креативного мислення та здатності до розв'язання складних завдань; • Активна участь учнів у наукових дослідженнях, проектах та конкурсах; • Пропедевтична робота з підготовки молоді до майбутніх STEM-професій; • Поява STEM-центрів, лабораторій та освітніх програм; • Співпраці між закладами освіти та промисловими компаніями; • Розвиток наукових досліджень: учні та студенти активно беруть участь у наукових дослідженнях, проектах та конкурсах, що сприяє розвитку їхнього аналітичного мислення та наукової креативності; • Популяризація науки: STEM-освіта сприяє популяризації науки серед широкої 	<ul style="list-style-type: none"> • Збільшення інтересу до науково-технічних дисциплін. Багато молоді активно беруть участь у STEM-проектах, наукових дослідженнях, робототехнічних змаганнях та конкурсах; • Розвиток навичок та креативності: учні та студенти розвивають практичні навички, такі як програмування, конструювання, робототехніка, які можуть бути важливими для майбутніх STEM-кар'єр; • Підготовка до STEM-професій; • Підвищення якості освіти; • Створення інфраструктури: розроблені STEM-лабораторії, центри та освітні програми, які забезпечують доступ до сучасного обладнання; • Стимулювання наукової діяльності; • Підвищення конкурентоспроможності; • Співпраця з промисловістю: між освітніми закладами та промисловими компаніями, що підвищує якість підготовки та забезпечує випускників

	громадськості та стимулює інтерес до вивчення природничих наук; • Створення інноваційного середовища в закладах освіти.	практичними навичками; • Популяризація науки; • Поява STEM-центрів, лабораторій та освітніх програм.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблиця 1. Порівняльний аналіз інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Порівняльний аналіз інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США дозволяє констатувати, що обидві країни прагнуть підготувати нове покоління молодих людей до зустрічі з викликами технологічної епохи та зробити внесок в інноваційний розвиток суспільства. Також можна відзначити, що не дивлячись на те, що становлення STEM-освіти в Україні відбулося пізніше ніж у США, проте на сьогоднішній день цей напрям досить активно розвивається та впроваджується в системі освіти і науки України, що виражається в широкій залученості різноманітних установ до реалізації цього напрямку, величезній кількості тематичних заходів та ініціатив, проектах, упроваджених в освітній процес, які сприяють розвитку та популяризації STEM-освіти, стимулюють інтерес до наукових дисциплін та підготовку молодих фахівців для майбутньої кар'єри в STEM-галузях тощо.

Водночас, обидві країни мають певні проблеми, такі як недостатнє фінансування, складнощі у підготовці вчителів і нерівний доступ до якісної освіти тощо. В Україні ці проблеми зараз відчуються набагато сильніше через війну. Проте, кожна країна працює над вирішенням власних проблем, використовуючи свій освітній і науковий потенціал.

Перспективи подальших розвідок ми вбачаємо у більш детальному вивченні досвіду становлення STEM-освіти у США та його упровадженні на різних рівнях освіти в Україні. Вважаємо доцільним порівняння програм з підвищення кваліфікації вчителів та науково-педагогічних працівників у двох країнах та перейняття кращих практик у такі програми України; більш глибоке вивчення діяльності STEM-центрів, лабораторій та інших структур та проектування цієї діяльності на подібні структури в Україні тощо.

ДЖЕРЕЛА І ЛІТЕРАТУРА

Бабійчук, С. (2018). STEM-освіта у США : проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*. №1(8). С. 12–17.

Кузьменко, Г. (2020). Від STEM- до STEAM-освіти : ключові аспекти на прикладі ініціатив уряду США. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. № 4(79). С. 18–24.

Boichenko, V., Boichenko, M. (2019). STEM Education in the USA and Ukraine : Comparative Analysis. *Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології*. №5(89). С. 3–13.

Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., Koehler, C. (2012) What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships / *School Science and Mathematics*. №1, V. 112. P. 3–11.

Flannery, L. (2013) Designing ScratchJr: support for early childhood learning through computer programming /. *IDC '13: Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*. P. 1–10.

Fleischman, H. L., Hopstock, P. J., Pelczar, M. P., Shelley, B. E. (2010). Highlights From PISA 2009: Performance of U.S. 15-Year-Old Students in Reading, Mathematics, and Science Literacy in an International Context / Washington : NCES, IES, U.S. Department of Education. USA.

Hess, F., Kelly, A., Meeks, O. (2011). The Case for Being Bold. A New Agenda for Business in Improving STEM Education. Washington : Institute for a Competitive Workforce. USA.

Honey, M., Kanter, D. (2013). Design, Make, Play. Growing the Next Generation of STEM Innovators. New York : Routledge. USA.

REFERENCES

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, vol. 1, no. 112, pp. 3–11 [in English].

7. Babijchuk, S. (2018) STEM-osvita u SShA : problemy ta perspektyvy [STEM education in the USA: problems and prospects]. *Pedagogical journal of Volyn*, vol. 8, no. 1, pp. 12–17 [in Ukrainian].

Boichenko, V., Boichenko, M. (2019) STEM-osvita u SShA ta Ukraini: porivnjajnyj analiz [STEM Education in the USA and Ukraine : Comparative Analysis]. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, vol. 89, no. 5, pp. 3-13 [in Ukrainian].

Kuzjmenko, Gh. (2020) Vid STEM- do STEAM-osvity: ključovi aspekty na prykladi inicyatyv urjadu SShA [From STEM to STEAM education: key aspects based on US government initiatives]. *Education and development of a gifted personality*, vol. 79, no. 4, pp. 18–24 [in Ukrainian].

Fleischman, H. L., Hopstock, P. J., Pelczar, M. P., Shelley, B. E. (2010). Highlights From PISA 2009: Performance of U.S. 15-Year-Old Students in Reading, Mathematics, and Science Literacy in an International Context. *Department of Education*, 57 [in English].

Flannery, L. and others. (2013). Designing ScratchJr: support for early childhood learning through computer programming. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 1–10 [in English].

Hess, F., Kelly, A., Meeks, O. (2011). The Case for Being Bold. A New Agenda for Business in Improving STEM Education. *Institute for a Competitive Workforce*, 59 [in English].

Honey, M., Kanter, D. (2013). Design, Make, Play. Growing the Next Generation of STEM Innovators. *Routledge*, 238 [in English].

АНОТАЦІЯ

У статті розкрито актуальність та перспективність розвитку STEM-напряму в сучасних закладах освіти різного рівня України та США. Проаналізовано останні дослідження та публікації, у яких висвітлено становлення та розвиток STEM-освіти в Україні та США, наведено нормативну базу обох країн з означеного напрямку.

У науковій праці сформульовано 10 критеріїв, за якими проведено порівняльний аналіз становлення та розвитку інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США: поява та становлення напрямку STEM; законодавча база;

структури, які відповідають за реалізацію STEM-освіти; основні заходи з реалізації та впровадження STEM-освіти; інноваційні підходи у підготовці випускників до побудови успішної STEM-кар'єри; STEM-проекти, упроваджені в освітній процес; інноваційні форми організації STEM-навчання (хакатони, марафони, онлайн – експерименти тощо); досвід роботи STEM-центрів / лабораторій; проблеми впровадження STEM; результати впровадження.

Проведено порівняльний аналіз інноваційної моделі STEM-освіти в Україні та США за вказаними критеріями. Сформульовано висновки про прагнення обох країн підготувати нове покоління молодих людей, готових до викликів технологічної епохи та сприяння інноваційному розвитку суспільства, незважаючи на численні проблеми, наявні в обох країнах (недостатнє фінансування, складнощі у підготовці вчителів тощо).

Окреслено перспективи подальших розвідок, які вбачаються у вивченні досвіду становлення STEM-освіти у США та його упровадженні на різних рівнях освіти в Україні, зокрема порівняння програм з підвищення кваліфікації вчителів та науково-педагогічних працівників у двох країнах та перейняття кращих практик у такі програми України; більш глибоке вивчення діяльності STEM-центрів, лабораторій та інших структур та проектування цієї діяльності на подібні структури в Україні.

Ключові слова: *STEM-освіта, Україна, США, порівняльний аналіз, інноваційна модель.*